

### **3.8 Теоретико-методичні аспекти розробки сценарного підходу до формування інноваційної політики розвитку промислових підприємств**

Оцінювання та вибір варіантів інноваційного розвитку промислових підприємств, вимагає проведення емпіричного дослідження, щодо визначення факторів впливу на інноваційну активність підприємств. У їх числі: дослідження статистичних закономірностей інноваційних процесів, розробку критеріїв оцінки варіантів інноваційного розвитку і його ефективності, формулювання та рішення оптимізаційних задач, розробку практичних рекомендацій з формування комплексів пріоритетних цілей розвитку та заходів щодо їх досягнення.

Незважаючи на наявність великої кількості наукових напрацювань як в розкритті теоретичного базису і методичних підходів, так й практичного інструментарію моделювання інноваційної діяльності, актуальним залишається питання щодо формалізації процедури побудови адекватної моделі аналізу результатів реалізації інноваційної політики підприємства, прогнозування впливу реалізації цілей інноваційної політики на ефективність господарської діяльності підприємств з урахуванням обмежень, які накладає фінансовий потенціал підприємства.

Більшість існуючих у даний час методик аналізу інноваційної активності підприємств та їх фінансового стану повторюють і доповнюють одна одну [1]. Вони використовуються комплексно або роздільно в залежності від конкретних цілей і завдань аналізу, наявної інформаційної бази. Але існуючі методики не дозволяють формалізувати процедуру побудови моделі, яка б ув'язувала індикатори цілепокладання та прогнозування результатів досягнення цілей в єдину систему [2, 3].

У базис запропонованого методичного забезпечення для формалізації формування цільової складової інноваційної політики підприємства покладено визначення цільових результатів інноваційної діяльності у відповідності до яких формується система показників, які відображають вплив ендогенних та екзогенних факторів на ефективність їх досягнення. Ключовою відмінністю

запропонованого підходу щодо вибору цільової складової інноваційної політики є статистичне обґрунтування причинно-наслідкових зв'язків між факторами впливу та результатами інноваційної діяльності на основі їх оцінки, побудови структурних регресійних рівнянь з визначенням критеріїв та обмежень, які необхідно враховувати при виборі цілей інноваційної політики.

Слід зазначити, що однією з ключових проблем інноваційного розвитку підприємства є обґрунтування комплексу цілей, сценарії реалізації яких повинні забезпечити високий рівень конкурентоспроможності, що забезпечується їх узгодженістю з визначення ключових компетенцій суб'єкта господарювання.

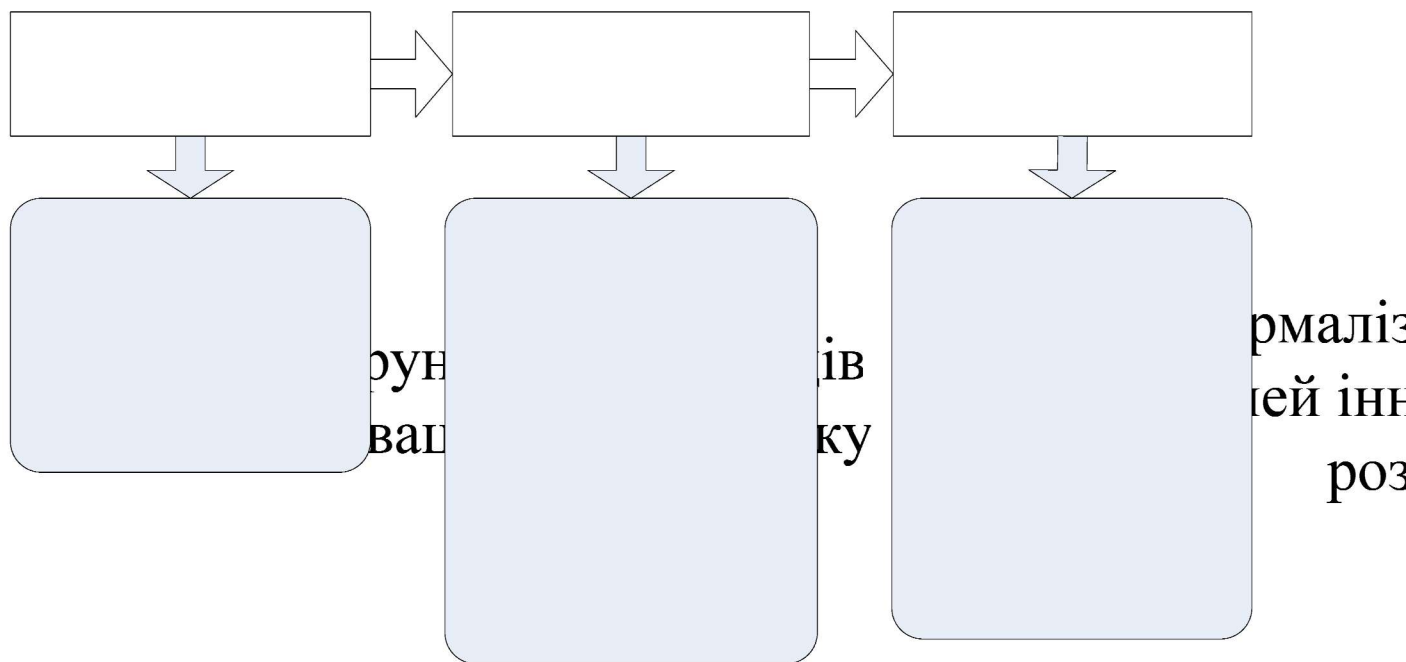
В основі запропонованого методичного підходу, щодо формалізації вибору цілей інноваційної політики підприємства, полягає попередній ретельний статистичний аналіз даних фінансово-господарчої діяльності та інноваційної активності підприємств, який дозволяє визначити стійкі закономірності інноваційній діяльності та обґрунтувати наявність схованих (латентних) факторів, які мають вплив на її результати.

Основні концептуальні положення, які покладено у розробку запропонованої методики наступні:

- використовується системний підхід для визначення цілей та вибору сценаріїв інноваційного розвитку, що ґрунтується на побудові схеми взаємозв'язку: цілі – ключові компетенції – структуризація показників – сценарії (заходи) інноваційної діяльності;
- досліджуються існуючі статистичні закономірності інноваційної діяльності підприємств;
- узагальнюються та обґрунтовуються причинно-наслідкові зв'язки між цільовими показниками інноваційного розвитку та індикаторами, що відображають фактори впливу зовнішнього та внутрішнього середовища;
- проводиться аналіз зворотного зв'язку між компонентами блоків моделювання: цілепокладання та заходами для ітераційного уточнення вибору цілей інноваційної політики підприємств.

Загальна схема запропонованого підходу щодо визначення цілей та

сценаріїв інноваційного розвитку підприємств наведена на рис. 1



- Визначення ключових компетенцій підприємства та показників, що їх відображають;
  - Визначення ресурсів (для зміни абсолютних показників);
  - Визначення обмежень (зміни абсолютних показників);
  - Визначення процедур та сценаріїв.
  - Побудова системи інноваційного визначення і досягнення (абсолютних показників);
  - Визначення структури впливу на цілі декомпозиції абсолютних показників;
  - Співставлення абсолютних показників індикаторам;
  - Визначення досягнення зростання (абсолютних показників);
- Рис. 1. Концептуальна схема визначення цілей та сценаріїв реалізації інноваційної політики підприємств
- Запропоновано три взаємозалежних блока завдань:
- побудова структурної моделі для імітаційного аналізу результатів інноваційного розвитку;
  - вибір цілей на основі співставлення індикаторів їх досягнення з абсолютними показниками, які необхідно змінювати для досягнення максимізації ефекту від запровадження інноваційної політики;
  - визначення заходів та побудова сценаріїв на основі зміни індикаторам абсолютних показників, що відображають обсяги та структуру ресурсів, які можуть бути спрямовані на впровадження цілей інноваційної політики, з визначенням системи фінансових обмежень.

Для побудови моделей, які дозволяють провести оцінку ефективності фінансово-господарської діяльності підприємств, при реалізації різних сценаріїв інноваційної політики необхідно вирішити наступні завдання:

- визначити множину показників, які характеризують результати

реалізації інноваційної політики підприємства;

- визначити цільовий показник, який є індикатором ефективності та результативності впровадження інноваційної політики;
- побудувати кореляційну матрицю для визначення тісноти зв'язків між цільовим та пояснюючими показниками;
- здійснити авторегресійний аналіз для цільового показника та визначити наявність тренду та сезонних компонент;
- визначити адекватні регресійні моделі взаємозв'язку цільового та пояснюючих показників (регресорів);
- побудувати різні варіанти дескриптивних моделей, які пояснюють системні залежності (наприклад, причинно-наслідкові) між показниками регресійної моделі та індикаторами, що характеризують вплив латентних екзогенних та ендогенних факторів;
- побудувати структурні моделі SEPATH для визначення (підтвердження) гіпотези щодо причинно-наслідкових зв'язків між регресорами та впливом латентних ендогенних та екзогенних факторів;
- провести імітаційне моделювання для моделей SEPATH з ціллю визначення структурної моделі, яка має найбільшу адекватність та підтверджується критеріями  $\chi^2$  – квадрат та ICSF або ICS (критерії стійкості структурної моделі до множення на постійний множник масштабу);
- визначити основні фактори та показники, опосередкований управляючий вплив на які дозволить підвищити значення цільового показника ефективності діяльності підприємства.

Як було визначено вище, ключовим завданням при розробці методики є визначення системи показників. Система показників, що відображає фактори інноваційного розвитку, повинна відповідати наступним умовам:

- комплексно та всебічно характеризувати інноваційні процеси та потенціал підприємства;
- враховувати впливи як зовнішнього, так і внутрішнього середовища;
- забезпечувати можливість порівняння показників, що

використовуються для аналізу;

- відображати ефективність виконання як перспективних, так і поточних завдань;
- узгоджуватися із даними звітності підприємства,
- характеризуватися мінімальними витратами, що пов'язані зі збором та обробкою інформації для розрахунку показників.

Спираючись на попередній теоретичний аналіз та власні дослідження, для всебічного врахування внутрішніх та зовнішніх впливів і повної характеристики інноваційної активності, запропоновано виділити наступні групи показників, що характеризують внутрішній стан підприємства:

- структура та об'єм витрат на інновації;
- наукоємність;
- структура фінансування;
- ринкове положення підприємства;
- структура та якість виробничих потужностей.

Використовуючи попередні дослідження впливу зовнішнього (макроекономічного) середовища на інноваційну активність підприємств, запропоновано використовувати наступні групи показників, що характеризують наступні фактори впливу:

- динаміку ринку;
- вартість кредитних ресурсів;

Для забезпечення порівнянності показників та єдиного масштабу виміру запропоновано використання коефіцієнтів, або індексів. Мінімізація витрат на збір, обробку інформації досягається за рахунок використання загальнодоступної статистичної та фінансової звітності.

Таким чином, використовуючи доступну статистичну та фінансову звітність підприємств машинобудування, що характеризують витрати на інноваційну діяльність, пропонуються наступні показники:

- частка витрат на інновації в загальному об'ємі витрат, що дозволяє врахувати їх структуру, та, в подальшому, оптимізувати її у відповідності до

вимог інноваційного розвитку на базі обраної інноваційної політики;

- частка витрат на внутрішні НДДКР у витратах на інновації;
- частка витрат на зовнішні НДДКР у витратах на інновації;
- частка витрат на придбання машин і устаткування у витратах на інновації;

Вибір цих трьох показників обумовлений необхідністю визначення структури витрат на інноваційну діяльність, для подальшої їх оптимізації у відповідності до ключових компетенцій підприємства.

У якості індикатора, що відображає пропорції між науково-технічною, виробничою та збутовою діяльністю, а, відповідно, і напрям розвитку, запропоновано використовувати показник наукоємності продукції.

Розвиток підприємства потребує крім оптимізації структури витрат, ще й оптимальної структури джерел фінансування, яка характеризує, крім іншого, ще і якість системи управління; з цією метою запропоновано застосовувати наступні показники:

- частка власних джерел фінансування витрат на інновації;
- частка державних джерел фінансування витрат на інновації;
- частка інвесторів і притягнутих кредитів у витратах на інновації.

Для адекватної та повної оцінки інноваційної політики підприємства необхідно визначити долю «нової» – інноваційної продукції у номенклатурі; з цих позицій до складу системи показників, що характеризують інноваційний розвиток запропоновано включити такі:

- частка інноваційної продукції в загальному об'ємі реалізованої продукції;
- частка нової для підприємства продукції в загальному об'ємі реалізованої інноваційної продукції;
- частка нової для ринку продукції в загальному об'ємі реалізованої інноваційної продукції.

На основі попередніх теоретичних досліджень, визначено, що машинобудівні підприємства характеризуються високою капіталоємністю,

інноваційні процеси потребують значних фінансових інвестицій в основні фонди, тому для характеристики структури та якості виробничих потужностей обрано наступні показники:

- коефіцієнт введення нової техніки;
- коефіцієнт оновлення основних фондів;
- коефіцієнт зносу основних фондів.

Пропонується використовувати у якості індикаторів, що відображають вплив зовнішнього середовища ті показники, які характеризують результати загальнооекономічної, інноваційної та інвестиційної політики держави: темп зміни ВВП, індекс змін цін виробників, індекс зміни ставки кредитування. Слід зазначити, що ці показники взаємозалежні, що обґрунтовується наявністю кореляції між ними.

Для подальшого використання всі індикатори було об'єднано по групах, їх склад наведено у табл. 1. Визначений перелік показників структурований за факторами формування та використання ресурсного забезпечення та його впливу на результати інноваційного розвитку (модернізацію устаткування, оновлення продукції та ефективність системи управління).

Таблиця 1

Перелік показників, яка характеризує інноваційний розвиток підприємств

№ п/п	Найменування
1	2
	Структура та об'єми витрат на інновації
1	Частка витрат на інновації в загальному об'ємі витрат
2	Частка витрат на внутрішні НДДКР у витратах на інновації
3	Частка витрат на зовнішні НДДКР у витратах на інновації
4	Частка витрат на придбання машин і устаткування у витратах на інновації
	Наукоємність
5	Наукоємність продукції
	Структура фінансування
6	Частка власних джерел фінансування витрат на інновації
7	Частка державних джерел фінансування витрат на інновації
8	Частка інвесторів і притягнутих кредитів у витратах на інновації
	Структура номенклатури продукції
9	Частка інноваційної продукції в загальному об'ємі реалізованої продукції
10	Частка нової для підприємства продукції в загальному об'ємі реалізованої інноваційної продукції
11	Частка нової для ринку продукції в загальному об'ємі реалізованої інноваційної продукції
	Структура та якість виробничих потужностей
12	Коефіцієнт введення нової техніки

### Закінчення таблиці 1

1	2
13	Коефіцієнт оновлення основних фондів
14	Коефіцієнт зносу основних фондів
	Динаміка ринку
15	Індекс споживчих цін
16	Індекс росту ВВП
	Вартість кредитних ресурсів
17	Індекс ставки кредитування

Дослідження світових тенденцій інноваційного розвитку та процесів модернізації промислових комплексів розвинутих країн світу й країн, що використовують моделі наздоганяючого індустріального розвитку, дозволило визначити високу капіталоемність, як основну фінансову характеристику інноваційного процесу у промисловості. Тому, враховуючи необхідність визначення та порівняння результатів діяльності різних за масштабами, виробничим циклом, матеріально-технічною базою підприємств логічним виходом було обрання відносного показника, який дозволив би врахувати не тільки ефективність діяльності підприємства, а й у повній мірі, відображав би віддачу його активів.

Як наслідок, у якості узагальнюючого цільового показника для оцінки ефективності інноваційної політики пропонується використовувати коефіцієнт рентабельності активів (ROA). Необхідно зазначити, що вибір ROA, як узагальнюючого показника ефективності підприємства, пояснюється не тільки необхідністю урахування внутрішніх факторів розвитку суб'єкту господарювання, а й необхідністю дослідження впливу зовнішнього середовища.

Між показниками економічної діяльності та інноваційної активності існує різна за часом статистична залежність. А саме: у багатьох підприємств існує певний часовий лаг між інвестиційними витратами та досягненням економічного результату. Крім того існує статистичний зв'язок між ROA та значеннями показників економічної діяльності та інноваційної активності не тільки поточного, а й попереднього періоду. Тобто, на рівень ROA впливає як інерційність змін стану фінансово-господарчої діяльності суб'єкту господарювання так і існування тимчасового зазору між інвестиційно-інноваційними витратами та результатами.



Якщо підприємство не знаходиться в екстремальному стані (не існують екстремальні флуктуації зовнішнього або внутрішнього середовища), то перехід з одного рівня ROA на інший можливо здійснити тільки поступово (еволюційно). Наявність «інерції» підтверджується автокореляційними залежностями показників, які характеризують наявність трендів у фінансово-господарчій діяльності підприємств. Таким чином, пропонується враховувати не тільки значення показників поточного періоду (періоду аналізу), а й попередніх періодів.

Для зручності опису запропонованої системи показників введемо наступні дефініції:

Цільовий показник – показник, який характеризує узагальнюючий результат інноваційної діяльності (політики) підприємства. У якості цільового показника пропонується використання ROA.

Пояснюючий показник (показник моніторингу) – індикатор з переліку показників, що характеризують витрати або результати інноваційної діяльності підприємств (табл. 1), який має (або може мати) статистичну залежність з цільовим показником. Пояснюючі показники є відносними, тобто розраховуються на основі відношення абсолютних показників, їх склад, що запропонован для моделювання цільового показника  $ROA_t$ , наведено у табл. 2.

Таблиця 2

Перелік пояснюючих показників для моделювання  $ROA_t$

Показник	Назва показника
$K1_t$	частка витрат на інновації в загальному об'ємі витрат за поточний період (t)
$K1_{t-1}$	частка витрат на інновації в загальному об'ємі витрат за попередній період (t-1)
$K2_t$	частка витрат на внутрішні НДДКР у витратах на інновації за поточний період (t-1)
$K2_{t-1}$	частка витрат на внутрішні НДДКР у витратах на інновації за попередній період (t-1)
$K3_t$	частка витрат на зовнішні НДДКР у витратах на інновації за поточний період (t)
$K3_{t-1}$	частка витрат на зовнішні НДДКР у витратах на інновації за попередній період (t-1)
$K4_t$	частка витрат на придбання машин і устаткування у витратах на інновації за поточний період (t)
$K4_{t-1}$	частка витрат на придбання машин і устаткування у витратах на інновації за попередній період (t-1)
$K5_t$	наукоємність продукції на поточний період (t)
$K5_{t-1}$	наукоємність продукції за попередній період (t-1)
$K6_t$	частка власних джерел фінансування витрат на інновації за поточний період (t)
$K6_{t-1}$	частка власних джерел фінансування витрат на інновації за попередній період (t-1)
$K7_t$	частка державних джерел фінансування витрат на інновації за поточний період (t)
$K7_{t-1}$	частка державних джерел фінансування витрат на інновації за попередній період (t-1)
$K8_t$	частка інвесторів і притягнутих кредитів у витратах на інновації за поточний період (t)
$K8_{t-1}$	частка інвесторів і притягнутих кредитів у витратах на інновації за попередній період (t-1)
$K9_t$	частка інноваційної продукції в загальному об'ємі реалізованої продукції на поточний період (t)

## Закінчення таблиці 2

1	2
$K9_{t-1}$	частка інноваційної продукції в загальному об'ємі реалізованої продукції за попередній період (t-1)
$K10_t$	частка нової для підприємства продукції в загальному об'ємі реалізованої інноваційної продукції на поточний період (t)
$K10_{t-1}$	частка нової для підприємства продукції в загальному об'ємі реалізованої інноваційної продукції за попередній період (t-1)
$K11_t$	частка нової для ринку продукції в загальному об'ємі реалізованої інноваційної продукції на поточний період (t)
$K11_{t-1}$	частка нової для ринку продукції в загальному об'ємі реалізованої інноваційної продукції за попередній період (t-1)
$K12_t$	коефіцієнт введення нової техніки за поточний період (t)
$K12_{t-1}$	коефіцієнт введення нової техніки за попередній період (t-1)
$K13_t$	коефіцієнт оновлення основних фондів за поточний період (t)
$K13_{t-1}$	коефіцієнт оновлення основних фондів за попередній період (t-1)
$K14_t$	коефіцієнт зносу основних фондів за поточний період (t)
$K14_{t-1}$	коефіцієнт зносу основних фондів за попередній період (t-1)
$iPrice_t$	індекс споживчих цін на поточний період (t)
$iPrice_{t-1}$	індекс споживчих цін на за попередній період (t-1)
$iCLR_t$	індекс ставки кредитування на поточний період (t)
$iCLR_{t-1}$	індекс ставки кредитування за попередній період (t-1)
$iGDP_t$	індекс росту ВВП на поточний період (t)
$iGDP_{t-1}$	індекс росту ВВП за попередній період (t-1)
$ROA_{(t-1)}$	значення ROA за попередній період (t-1)

Абсолютні показники – вартісні показники фінансово-господарчої або інноваційної діяльності, які є компонентами (результатами декомпозиції) пояснюючих показників.

Латентні екзогенні та ендогенні фактори – сховані (неявні) внутрішні та зовнішні фактори, які впливають на зміни цільового та пояснюючих показників.

В дослідженні для систематизації пояснюючих показників пропонується використовувати наступні їх групи:

- показники, які характеризують результати інноваційної активності (наслідок), розглядаються за поточний період (t);
- показники, які характеризують витрати на інновації або їх джерела (причини), розглядаються за попередній період (t-1);
- показники зовнішнього середовища, які характеризують державну макроекономічну політику, розглядаються за поточний(t) та попередній (t-1) періоди.

Для побудови базової моделі залежності цільового показника від пояснюючих пропонується клас моделей лінійної багатофакторної регресії.

У загальному вигляді модель множинної (багатофакторної) регресії має наступний вигляд:

$$Y = a_0 + a_1x_1 + \dots + a_lx_l + a_{l+1}x_{l+1} + \dots + a_jx_j + \dots + a_px_p + e, \quad (1)$$

Важливим етапом побудови регресійної моделі є визначення її структури. Для цілей подальшого використання моделі для прогнозування рівня цільового показника, необхідно знайти компроміс між повнотою та точністю формалізації регресійної моделі. В регресійному аналізі відсутній строго визначений алгоритм, який можна було б застосовувати для структурної ідентифікації моделі. Тому в дослідженні пропонується для моделювання використовувати найбільш поширений метод крокової регресії [4]. Розглянемо цей метод більш детально, тому що, він дозволяє зменшити кількість пояснюючих показників, які будуть використовуватися для моделювання цільового показника.

Метод передбачає застосування процедури послідовного покрокового відбору та введення у модель умовно-незалежних показників (перелік яких наведено в табл. 2). Алгоритм методу крокової регресії передбачає таку послідовність дій:

- сформувати набір регресорів, які можуть впливати на значення вихідної змінної (цільового показника  $y$ );

- розрахувати вибічкові коефіцієнти парної кореляції кожного регресора з вихідною змінною  $Z$ , вибрати та ввести регресор  $x_k$ , який має максимальний за модулем коефіцієнт кореляції, до складу початкового варіанта

моделі – так званої моделі першого  $l=1$  наближення  $y_i^{(1)} = a_0^{(1)} + a_1^{(1)}x_{ki}$ ;

- розрахувати вектор  $A^{(1)} = [\tilde{a}_0^{(1)}, \tilde{a}_1^{(1)}]$  оцінок параметрів моделі першого наближення, розрахувати модельні значення  $\tilde{y}_i$  та похибки цієї моделі:  $\varepsilon_i^{(1)} = z_i - \tilde{y}_i^{(1)} = z_i - \tilde{a}_0^{(1)} - \tilde{a}_1^{(1)}x_{ki}$ ;

$$S^{(l)} = \sum_{i=1}^n (\varepsilon_i^{(l)})^2 ;$$

- розрахувати суму квадратів похибок моделі:
- розрахувати вибіркові коефіцієнти кореляції, що не були введені у

модель регресорів з похибками  $\varepsilon_i^{(l)} = z_i - \tilde{y}_i^{(l)}$ ,  $i = \overline{1, n}$ , де  $l$  – номер наближення для попереднього кроку підбору структури моделі, визначити найбільш корельований (максимальний за модулем коефіцієнта кореляції) з похибками регресор  $i$  ввести його до складу моделі чергового  $(l+1)$ -го наближення;

- розрахувати вектор  $A^{(l+1)}$  оцінок параметрів ускладненої моделі на поточному  $l+1$  кроці процедури підбору структури моделі  $\tilde{y}^{(l+1)}$ , розрахувати

похибки  $\varepsilon_i^{(l+1)} = z_i - \tilde{y}_i^{(l+1)}$  та відповідну суму квадратів

$$S^{(l+1)} = \sum_{i=1}^n (\varepsilon_i^{(l+1)})^2 ;$$

похибок

- визначити  $F$ -статистику Фішера для двох послідовно отриманих моделей для перевірки ефективності та необхідності ускладнення моделі за формулою:

$$F = \frac{k (S^{(l)} - S^{(l+1)})}{S^{(l+1)}}, \quad (2)$$

де:  $S^{(l)}$  – сума квадратів похибок для регресійної моделі попереднього  $l$ -го кроку,

$S^{(l+1)}$  – сума квадратів похибок для моделі поточного  $(l+1)$ -го кроку,

$k$  – ступінь вільності для моделі  $(l+1)$ -го кроку;

- порівняти розраховане значення  $F$ -статистики з критичним значенням  $F_{кр}(p, k1, k2)$ , що визначається за статистичними таблицями, де  $p$  – довірча ймовірність.

Якщо  $F > F_{кр}$ , чергове  $(l+1)$  ускладнення моделі слід вважати доцільним:

воно обумовило суттєве зменшення рівня похибок і покращило точність апроксимації вихідних даних.

Пункти 5–8 повторюються, поки покрокове ускладнення моделі є ефективним.

Якщо  $F < F_{кр}$ , останнє ускладнення структури моделі неефективне, процедура крокової регресії переривається і в якості моделі для подальшої роботи використовується більш проста модель, а саме модель, отримана не на поточному, а на попередньому  $l$ -ому кроці підбору елементів структури моделі;

- як тільки процес покрокового ускладнення моделі буде завершено, слід виконати перевірку значущості оцінок параметрів найкращої моделі за  $t$ -критерієм Стюдента:

$$t_j = \frac{|\tilde{a}_j|}{\tilde{\sigma}\{\tilde{a}_j\}}, \quad j = \overline{0, p}, \quad (3)$$

де:  $\tilde{a}_j$  – оцінка  $j$ -го параметра моделі;

$\tilde{\sigma}\{\tilde{a}_j\}$  – оцінка середнього квадратичного відхилення для  $\tilde{a}_j$ -го параметра моделі.

- розраховані значення  $t_j$  порівняти з критичними  $t_{кр}(p, k)$  із статистичних таблиць  $t$ -розподілу статистики Стюдента, де  $p$  – довірна ймовірність, зазвичай  $p=0,95$ ,  $k$  – ступінь вільності для обраної моделі.

Для значущих параметрів моделі обов'язкова умова  $t_j > t_{кр}$ . Це означає, що задіяна у моделі сукупність регресорів не містить надмірності, зокрема, відсутні регресори, які лінійно залежні від інших.

Якщо виявлені незначущі оцінки, для яких  $t_j < t_{кр}$ , треба по одному виключити кожен з регресорів з моделі та повторити перевірку значущості оцінок коефіцієнтів за критерієм Стюдента.

В результаті, отримана регресійна модель повинна включати тільки

значущі показники (регресори). Таким чином, кількість пояснюючих показників значно зменшується у дослідженні.

Але слід відзначити, що використання методу крокового аналізу не гарантує наявності причинно-наслідкової залежності між цільовим показником та пояснюючими та не гарантує незалежність регресорів. Проблема багатьох статистичних (регресійних) моделей полягає у відсутності апіорного знання природи статистичних закономірностей між залежним показником та пояснюючими. Вибір структури моделі – є емпірикою дослідника, яка може мати суб'єктивні передумови. У якості додаткового дослідження пропонується провести факторний аналіз (методом головних компонентів) та структурний аналіз SEPATH для обґрунтування природи залежності цільового показника від пояснюючих або для визначення існування латентних факторів.

Для проведення факторного аналізу рекомендується використовувати тільки ті показники, що увійшли у якості регресорів в отриману регресійну модель. Це з одного боку дозволяє оцінити незалежність показників в регресійній моделі, а з іншого – визначити їх взаємну структуру.

Теоретичні положення методу головних компонент добре висвітлені в багатьох наукових джерелах [5, 6], тому зробимо акцент на сутності результатів факторного аналізу (методу головних компонент) для дослідження, а саме – обґрунтування або підтвердження наявності незалежних (ортогональних) головних компонент (факторів) та визначення складу показників, що включені в об'єднуючий фактор (мали найбільше навантаження на відповідні головні компоненти).

Ключовою особливістю методичного підходу є використання методу (інструменту) SEPATH (Structural Equation Modeling), який призначений для вивчення системи одночасних рівнянь. SEPATH також можна розглядати як інструмент з визначення причинних зв'язків між показниками. Проведення факторного аналізу дає змогу обґрунтувати у моделі SEPATH наявність латентних екзогенних та ендегенних факторів для побудови системи (структури) моделей. Використання латентних факторів передбачає опис зв'язків

спостережуваних і прихованих показників за допомогою лінійних рівнянь та оцінку їх параметрів. SEPATH виконує асимптотично вільний від розподілу незмішане оцінювання, яке не передбачає багатовимірної нормальності. Структурна модель називається стійкою до множення на постійний множник масштабу, якщо ступінь згоди моделі і даних не змінюється при одночасному множенні всіх показників на одну і ту ж константу.

Для використання SEPATH необхідно побудувати систему регресійних моделей на основі діаграми шляхів, де стрілки вказують зв'язки між показниками (факторами). Потім діаграми шляхів необхідно перевести на мову PATH1. Важливим обмеженням моделей є її лінійність і умова, що дані (показники) мають нормальний розподіл. Основою моделей SEPATH є такі моделі, як: LISREL, COSAN, RAM, модель Мак-Ардла, модель Бентлера-Віка [7].

Адекватність моделі можливо оцінити за допомогою наступних показників: індексу Стейгера-Лінда, Гамма індексу, індексу Мак-Дональда, індексу Джерескога-Сербома.

У результаті побудови адекватної системи рівнянь можливо згенерувати кореляційну матрицю, яка буде мати значення близькі до вхідної кореляційної матриці.

Загальний алгоритм побудови структурної моделі (системи регресійних рівнянь) передбачає:

- розрахунок вхідної кореляційної матриці, яка описує існуючу тісноту зв'язку між показниками. Слід зазначити, що визначення в явному виді причинно-наслідкових зв'язків пояснюється тим, що для кореляційної матриці тіснота зв'язку між  $X$  і  $Y$  аналогічна тісноті зв'язку між  $Y$  і  $X$ ;
- визначення латентних екзогенних та ендегенних факторів (на рівні гіпотези, щодо їх наявності);
- побудову причинно-наслідкових зв'язків в явному вигляді між факторами та показниками;
- формалізацію причинно-наслідкових зв'язків за допомогою мови PATH1;

- моделювання та оцінку результатів та адекватності запропонованої системи регресійних рівнянь.

Основним результатом моделювання в SEPATH є перевірка гіпотез щодо структури зв'язків між показниками та індикаторами (у вигляді систем лінійних рівнянь), а також визначення впливу латентних факторів на пояснюючі та цільовий показник моделі.

Узагальнюючи наведені вище положення, можна запропонувати наступну послідовність дій для побудови моделі прогнозування (імітаційного аналізу) результатів здійснення різних сценаріїв інноваційних політик підприємств машинобудування:

- обґрунтування вибору цільових показників інноваційної активності машинобудівних підприємств з точки зору визначення їх загальної ефективності, конкурентоздатності та інвестиційної привабливості;

- вибір аспектів інноваційної діяльності і відповідних факторів, що враховують специфіку виробничої діяльності та особливості інноваційної активності машинобудівних підприємств;

- визначення ендогенних та екзогенних показників відповідно до їх впливу на інноваційні процеси суб'єкта господарювання;

- визначення впливу значень показників попереднього періоду на цільовий показник;

- побудова регресійної моделі на основі крокової регресії (метод Forward). Визначення складу найбільш значущих показників;

- проведення факторного аналізу взаємозв'язків знайдених показників;

- обґрунтування керованих і некерованих факторів, домінуючих змінних;

- побудова моделей SEPATH для визначення причинно-наслідкових зв'язків та наявності латентних факторів;

- на основі системи регресійних моделей виявлення ключових факторів, з подальшим формуванням заходів інноваційної політики, вплив на які, дозволяє підвищити ефективність діяльності підприємств;



Емпіричне дослідження щодо запропонованого методичного підходу було здійснено на основі аналізу інноваційної активності та результатів фінанси-господарської діяльності 7 підприємств машинобудівного комплексу Харківської області. Розрахунок параметрів моделей було здійснено в пакеті STATISTICA 7 на основі використання різних методів покрокової регресії.

В результаті побудови регресійної моделі на основі крокової регресії (методом Forward) було отримано наступну залежність між поточним значенням ROA та показниками, які відображають фактори впливу на інноваційну діяльність підприємства:

$$ROA_t = 0.059 \cdot K_{2(t-1)} + 0.165 \cdot K_{11t} + 0.154 \cdot K_{13(t-1)} + 0.592 \cdot ROA_{(t-1)} + 0.0009 \cdot iPrice_{t-1} - 0.001 \cdot iCLR_t + e \quad (4)$$

На рис. 2 показано критерії адекватності регресійної моделі (метод Forward), яка має найбільше значення щодо коефіцієнта детермінації та критерію Фішера.

Regression Summary for Dependent Variable: ROA(t) (sta_сдвиг3_						
R= ,90867855 R²= ,82569671 Adjusted R²= ,77815945						
F(6,22)=17,369 p<,00000 Std.Error of estimate: ,05327						
N=28	Beta	Std.Err. of Beta	B	Std.Err. of B	t(22)	p-level
K2(t-1)	0,259932	0,133268	0,053928	0,027649	1,95044	0,063978
K11(t)	0,179633	0,168819	0,031269	0,029387	1,06406	0,298841
K13(t-1)	0,099357	0,156426	0,064997	0,102330	0,63517	0,531870
ROA(t-1)	0,552721	0,216088	0,565013	0,220893	2,55786	0,017940
iPrice(t)	0,796204	0,872128	0,000761	0,000834	0,91294	0,371169
iCLR(t)	-0,870605	0,835180	-0,000921	0,000884	-1,04242	0,308539

Рис. 2. Результати розрахунків параметрів регресійної моделі

У відповідності до отриманої моделі, на поточний рівень ROA впливають: зміна частки витрат на внутрішні НДДКР у витратах на інновації за попередній період (t-1), зміна частки нової для ринку продукції в загальному об'ємі реалізованої інноваційної продукції на поточний період (t), зміна коефіцієнту оновлення основних фондів за попередній період (t-1) та

зміна показників зовнішнього середовища: зміна індексу промислових цін на за попередній період (t-1) та зміна індексу ставки кредитування на поточний період (t).

Незначний вплив факторів зовнішнього середовища: індексу промислових цін та індексу ставки кредитування пояснюється практично відсутністю у підприємств залучених кредитних коштів для фінансування інноваційної діяльності та стабільністю цін на продукцію машинобудівних підприємств.

Базуючись на наукових дослідженнях необхідно зазначити, що основою побудови сценаріїв є визначення впливу внутрішніх та зовнішніх факторів, який обумовлює використання тих чи інших управлінських заходів. Визначення можливостей подальшого розвитку розкривається через моделювання впливу як управлінських заходів, так і реакцій на зміни у зовнішньому середовищі. Таким чином сценарний підхід інтегрується, як прогностичний механізм, в систему управління інноваційним розвитком.

Результати факторного аналізу (використання методу головних компонент) для визначення наявності ортогональних факторів та визначення структури показників, показали, що лише три фактори обґрунтовують 72% загальної дисперсії показників (табл. 3):

Таблиця 3

Результати побудови головних компонент

№	Eigenvalue	% Total variance	Cumulative Eigenvalue	Cumulative %
1	2.384658	34.06654	2.384658	34.06654
2	1.623790	23.19700	4.008448	57.26354
3	1.140141	16.28773	5.148589	73.55127

Для визначення взаємної структури показників розрахуємо навантаження на кожний фактор (головну компоненту). На рис. 3 наведено результати розрахунку навантаження показників для кожного з трьох факторів (поворот матриці навантажень здійснено методом Verimax Normalized). Результати розрахунку навантажень показників на головні компоненти (фактори)

дозволяють стверджувати, що існує три базових фактора, які пояснюють закономірності, що визначені у регресійній моделі.

Factor Loadings (Varimax normalized) Extraction: Principal components (Marked loadings are >.700000)			
Variable	Factor 1	Factor 2	Factor 3
ROA(t)	0.891740	-0.097748	0.006421
K2(t-1)	0.732457	0.317883	-0.044031
<b>K11(t)</b>	0.442631	-0.808737	<b>-0.057860</b>
K13(t-1)	0.393356	0.757339	0.119324
ROA(t-1)	0.830034	-0.118495	0.035593
iPrice(t)	0.073919	-0.103390	0.868692
iCLR(t)	-0.074695	0.276966	0.742376
Expl. Var	2.382346	1.439663	1.326580
Prp. Totl	0.340335	0.205666	0.189511

Рис. 3. Навантаження показників на головні компоненти

Перший фактор описує дисперсію показників ROA, K2 та відображає ефективність інноваційного управління підприємством (розглянуто показники значення навантаження яких більше 0,7).

Другий фактор описує дисперсію показників K11 та K13 та обґрунтовує результати модернізації основних засобів й оновлення номенклатури виробництва.

Третій фактор обґрунтовує дисперсію показників зовнішнього середовища  $iPrice_{t-1}$ ,  $iCLR_t$ .

Таким чином, було виявлено існування не менш трьох факторів, вплив яких необхідно враховувати при побудові системи структурних регресійних моделей.

Побудову системи регресійних моделей було здійснено за допомогою комп'ютерної програми STATISTICA 7 у модулі SEPATN.

Для побудови системи регресійних моделей запропоновано структурно-логічну схему та визначені лінійно-регресійні взаємозв'язки між показниками та латентними факторами (рис. 4).

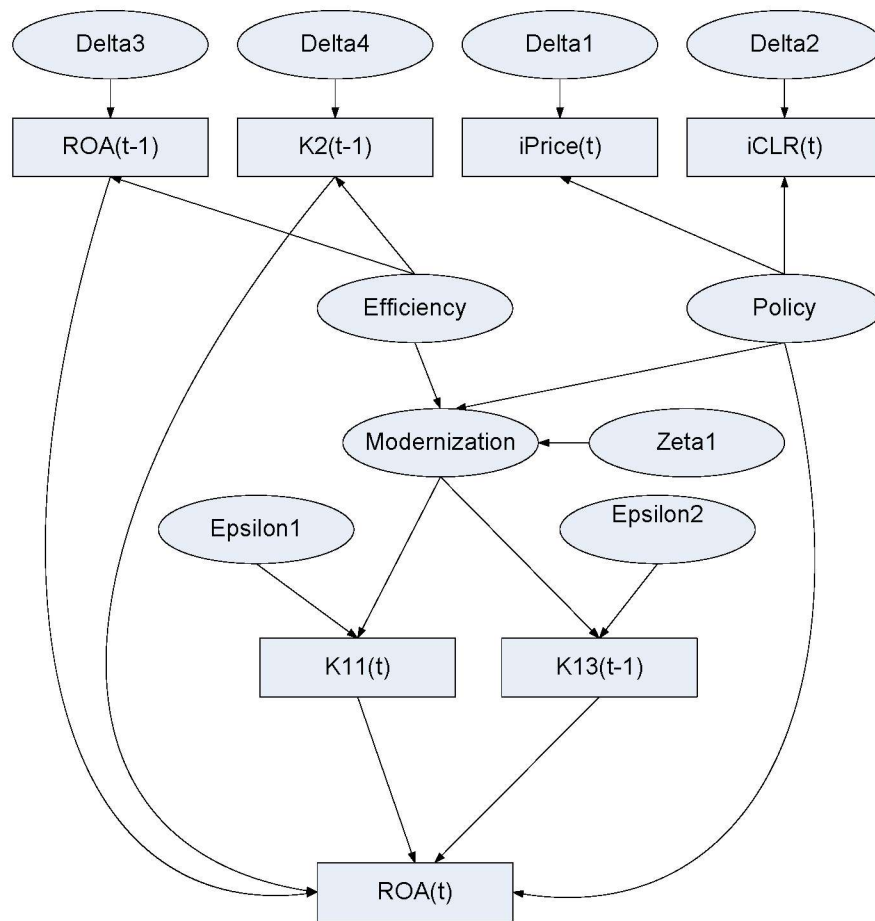


Рис. 4. Структурна модель дослідження

На основі попереднього аналізу було обрано наступний латентний екзогенний фактор:

- Policy – вплив економічної політики держави.

Визначено латентні ендегенні фактори:

- Modernization – модернізація обладнання та оновлення номенклатури продукції;
- Efficiency – ефективність управління та інноваційної політики.

Латентні екзогенні та ендегенні фактори лінійно впливають на поведінку ключових показників.

Delta, Epsilon, Zeta – похибки відповідних регресійних моделей, дисперсія котрих також є параметрами структурної моделі.

Наведена структурна модель (рис. 4) є системою лінійних регресійних рівнянь, що за результатами дослідження приймає наступний вид:

$$\left\{ \begin{array}{l} ROA_{(t-1)} = 0.058 * Efficiency + 0.158 \\ K2_{(t-1)} = 0.18 * Efficiency + 0 \\ iPrice_{(t)} = 1.25 * Policy + 130.1 \\ iCLR_{(t)} = -1.96 * Policy + 121 \\ Modernization = 0.176 * Efficiency + 0.05 * Policy + 0.178 \\ K13_{(t-1)} = -0.034 * Modernization + 0.014 \\ ROA_{(t)} = 0.59 * ROA_{(t-1)} + 0.052 * K2_{(t-1)} + 0.021 * K11_{(t)} + 0.074 * K13_{(t-1)} + 0.05 * Policy \end{array} \right. \quad (5)$$

Проведений аналіз структурної моделі показав, що вплив показників  $ROA_{(t-1)}$ ,  $K2_{(t-1)}$  залишився на тому ж рівні що й в регресійній моделі Forward. Вплив показників  $K11_{(t)}$ ,  $K13_{(t-1)}$  зменшився. В моделі доцільним є замінити вплив факторів зовнішньої середовища  $iPrice_{t-1}$ ,  $iCLR_t$  одним узагальнюючим (результуючим) фактором Policy.

Таким чином, за допомогою розробленої структурної моделі можливо здійснювати імітаційне моделювання різних сценаріїв формування інноваційної політики розвитку підприємства, на основі їх впливу на визначений цільовий показник ROA.

Розглянемо результати аналізу сценаріїв управління для рівнів ROA: негативний ( $ROA < 0$ ), низький ( $ROA > 0$  та  $ROA < 0.1$ ), середній ( $ROA > 0.1$  та  $ROA < 0.2$ ), та високий ( $ROA > 0.2$ ). На рис. 5 та 6 наведено результати моделювання для кожного рівня ROA в умовах зміни показників K2, K11, K13.

Слід визначити, що умовою високого рівня ROA є зростання долі нової продукції в загальному обсязі реалізованої продукції та доля витрат на внутрішні НДР. Також слід відмітити позитивний вклад зростання K13 на збільшення ROA.

На основі візуального аналізу та регресійного аналізу (параметри регресорів) визначено показники K2, K11, K13, як показники стимулятори визначено екстремальні значення для показників стимуляторів.

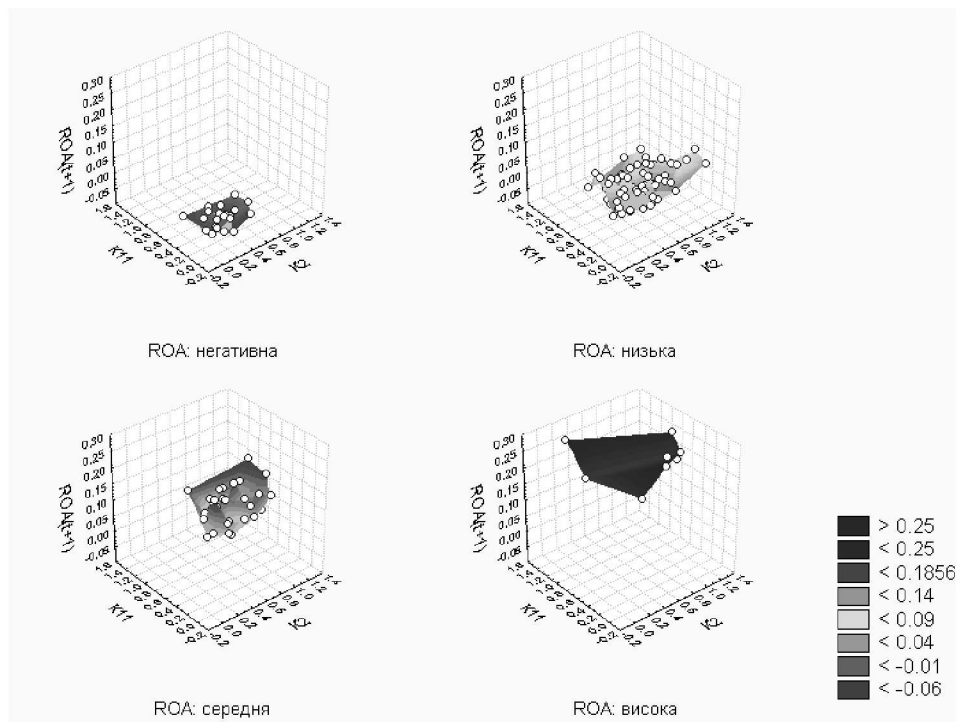


Рис. 5. Сценарії зміни ROA при управлінні K2 та K11

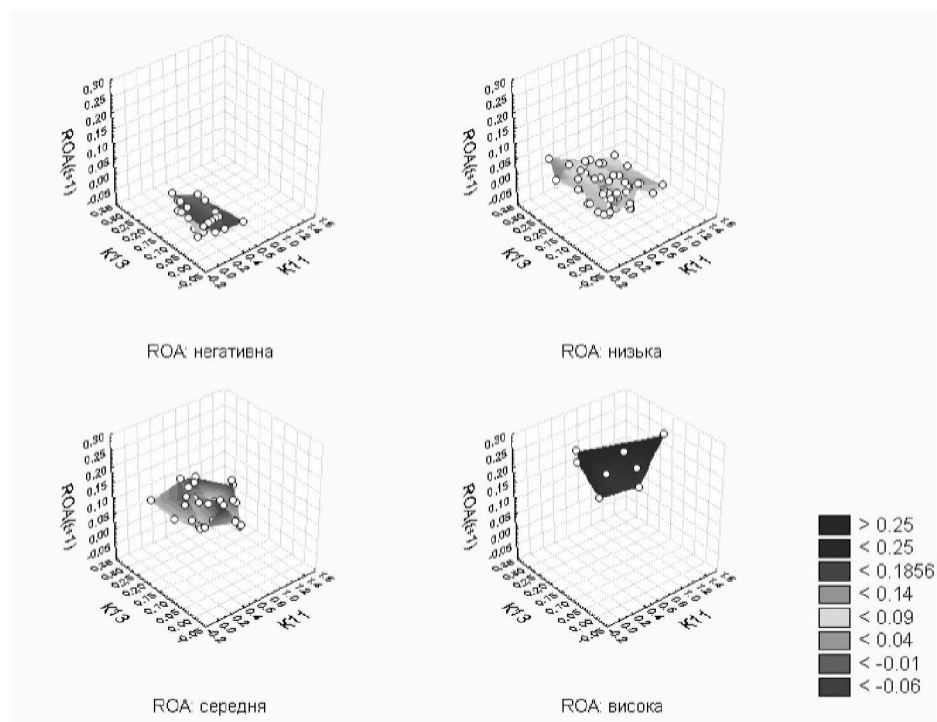


Рис. 6. Сценарії зміни ROA при управлінні K11 та K13

Рекомендується для кожного підприємства визначити у якості максимальних значень ті значення, які були у показників управління за період

аналізу. Це дозволить більш реалістично прогнозувати поведінку підприємства, оскільки використовуємо заходи, які можливі на цьому підприємстві:

Таким чином, на основі системи регресійних моделей SEPATH, згідно знайденим закономірностям, було реалізовано сценарій реалізації інноваційної політики розвитку підприємств в умовах використання максимального значення стимуляторів, які були визначені за період аналізу для кожного підприємства. Причому, прогнозування ROA для підприємства можливо здійснити тільки за умови урахування в моделі даних ROA попереднього року для цього підприємства. В табл. 4 зведено значення стимуляторів та значення  $ROA(t-1)$ , які використовувалися для прогнозу ROA на 2013 рік.

Таблиця 4

Результати прогнозування при використанні стимуляторів на основі моделі  
SEPATH

Підприємство	$ROA_{new(2013)}$	Максимальне значення стимулятора для підприємства			$ROA(t-1)$
		K2	K11	K13	
Світ Шахтаря	0.2031	0.3689	1	0.3647	0.1539
Автрамат	0.0451	1	0.8069	0.0507	0.0512
ЛКМЗ	0.1022	1	1	0.1724	-0.0885
Турбоатом	0.2311	1	1	0.0241	0.2197
Укрелектромаш	0.0592	1	1	0.0402	-0.0564
Укроргверстатінпром	0.1204	1	1	0.0533	0.0621
Південкабель	0.1201	0.9844	0.5525	0.4015	0.1029

Результати моделювання та прогнозування показали, що точність регресійної моделі досить висока, середня помилка для підприємств не більше 10 %. Слід відзначити, що наявність загального тренда для ROA для кожного підприємства суттєво впливає на управління ним. Так, в ситуації низького попереднього значення ROA при використанні найбільших значень показників-стимуляторів для підприємства ми не завжди зможемо підняти значення ROA до найбільшого, яке було за період аналізу. Але, якщо існує тренд на збільшення ROA, то використання максимальних значень стимуляторів дає змогу збільшити рівень ROA підприємства. Це закономірність зумовлена

наявністю «інерції» у підприємства, коли попередній стан, рішення та заходи мають істотний вплив не тільки у попередньому, а й у наступному періоді.

Таким чином, запропонований підхід дозволяє отримати імітаційну модель для аналізу ефективності інноваційної політики машинобудівного підприємства, яка характеризуються відповідними значеннями індикаторів моніторингу його інноваційного розвитку. Сутність побудови імітаційної моделі полягає у виявленні системних причинно-наслідкових зв'язків між показниками ефективності діяльності підприємства, впливом зовнішнього середовища та результатами реалізації його інноваційної політики. Використання імітаційної моделі дозволить оцінити вплив різних сценаріїв реалізації інноваційної політики підприємства на результати його виробничо-господарської діяльності.

Список літератури: 1. *Шеремет А. Д.* Методика финансового анализа предприятия / *А. Д. Шеремет, Р. С. Сейфулин, Е. В. Негашев.* – М. : Наука. 1992. – 485с. 2. *Плюта В.* Сравнительный многомерный анализ в экономических исследованиях: Методы таксономии и факторного анализа / *В. Плюта* ; пер.с пол. *В.В. Иванова.* – М. : Статистика, 1980. – 151 с. 3. Факторный, дискриминантный и кластерный анализ / [Дж.-О. Ким, Ч. У. Мьюллер, У. Р. Клекка и др.] ; под ред. *И. С. Енюкова* ; пер. с англ. – М. : Финансы и статистика, 1989. – 215 с. 4. *Дрейнер С.* Прикладной регрессивный анализ: В 2-х кн. Кн.1 / *С. Дрейнер* : пер. с англ. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Финансы и статистика. – 1987. – 321с. 5. *Дюк В.* Data mining: учебный курс (+CD) / *В. Дюк, А. Самойленко.* – СПб. : Питер, 2001. – 368 с. 6. *Данилов Д.Л.* Главные компоненты временных рядов: метод «Гусеница» / *Д.Л. Данилов, А.А. Жигляевский.* – СПб. : СПбГУ, 1997. – 308 с. 7. *Третьяк Л.Н.* Обработка результатов наблюдений: Учебное пособие / *Л.Н. Третьяк.* – Оренбург : ГОУ ОГУ, 2004. – 171 с.